



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"



DEPARTAMENTO DE RIEGO Y DRENAJE

MANUAL DE PRÁCTICAS DE CANALES Y
OBRAS HIDRAULICAS

TITULAR DE LA MATERIA:

DR. SERGIO GARZA VARA

LABORATORISTA:

QFB. ANA PAOLA MORENO GARZA

SALTILLO, COAHUILA MAYO DE 2016

INDICE

1. DETERMINACION DEL FLUJO UNIFORME
2. DETERMINACION DE LA ENERGIA ESPECIFICA DEL FLUJO EN UN CANAL
3. DETERMINACION DEL FLUJO SOBRE UN UMBRAL
4. DETERMINACION DEL FLUJO GRADUALMENTE VARIADO
5. DETERMINACION DEL RESALTO HIDRAULICO
6. DETERMINACION DEL GASTO O CAUDAL EN EL VERTEDOR CREAGER
7. DETERMINACION DEL GASTO O CAUDAL EN EL VERTEDOR RECTANGULAR DE PARED DELGADA
8. DETERMINACION DEL GASTO O CAUDAL EN EL VERTEDOR RECTANGULAR DE PARED GRUESA

PRACTICA 1.

FLUJO UNIFORME

INTRODUCCION.

El flujo uniforme tiene las siguientes características en estado permanente.

1. La velocidad media del flujo es constante.
2. El piso a lo largo, la superficie libre a lo largo y la línea de energía específica total son paralelas o sea sus pendientes son iguales.

S_f = pendiente de la línea de energía total.

S_a = pendiente de la superficie a lo largo del canal.

S_o = pendiente del canal.

$$S_f = S_a = S_o$$

3. La distribución de presiones en la profundidad del flujo se considera hidrostática.

$$P = \rho h$$

P = presión

ρ = peso específico del fluido casual

h = profundidad del flujo.

4. Las fuerzas de gravedad que causan el flujo son iguales a las fuerzas de resistencia.

La formula principal del flujo uniforme es la de CHEZY:

$$V = C\sqrt{Rh.S_0} \quad \text{Ecuación de Chezy}$$

$$Q = VA \quad \leftarrow \text{Ecuación de Continuidad}$$

$$C = \sqrt{\frac{8g}{f}}$$

Robert Manning en 1889 evaluó el coeficiente "C" de Chezy.

$$C = \frac{1}{n} Rh^{\frac{1}{6}}$$

$$V = \left(\frac{1}{n} Rh^{\frac{1}{6}}\right)\sqrt{Rh.S_0}$$

$$V = \frac{1}{n} Rh^{\frac{2}{3}} S_0^{\frac{1}{2}}$$

Donde.

V = Velocidad medida del flujo en m/s

Q = Gasto o caudal del flujo en m^3/s

A = Área de la sección transversal del flujo en m^2

C = Coeficiente de chezy adimensional

Rh = Radio hidraulico en m.

$$Rh = \frac{A}{Pm} = \frac{\text{Area}}{\text{perimetromojado}}$$

S_o = pendiente de canal adimensional

n = coeficiente de rugosidad de kutter

g = aceleración de la gravedad terrestre $g = 9.81 \text{ m/s}^2$

f = coeficiente de fricción hidráulica (adimensional)

OBJETIVOS.

verificar la ecuación de CHEZY corregida por Manning. Que tan apegada esta a la realidad.

PROCEDIMIENTO.

1. Regular la pendiente del canal aproximadamente 1/2000 abrir la compuerta de manera que se obtenga un flujo uniforme.
2. Medir la profundidad del flujo y el ancho de plantilla.
3. Medir el caudal.
4. Repetir el procedimiento con 2 pendientes mas elevadas

REPORTE .

1. Obtener los caudales con la ecuación de Manning y compararlos con los de la práctica.
2. Obtener el coeficiente C de chezy evaluado por Manning, estimando el coeficiente $n=0.09$ y compararlo con el que sale en la practica.
3. Obtener los coeficientes " f " de cada caudal.

4. Haga observaciones y conclusiones

BIBLIOGRAFIA.

Azevedo, J. M. N. y Acosta A. G. 1976. Manual de hidráulica. sexta edición . Ed. Harla , México.

Bakhmeteff , B . A . 1932 . Hydraulics for open channels . Mc Graw – Hill Book company , New York.

Chow , V . T . 1959 . Open – channel hydraulics . Mc Graw – Hill Book Company , New York.

French , H . R . 1988 . Hidráulica de canales abiertos . primera edición Ed . Mc Graw Hill , México .

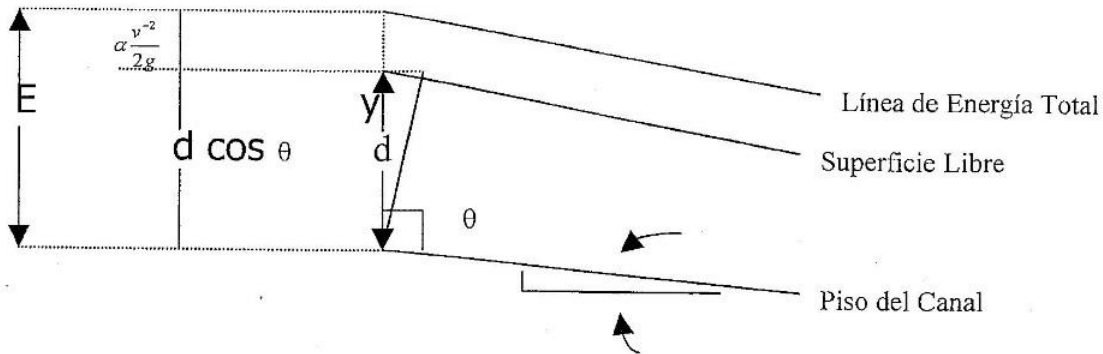
King , H . W . y E . F . Brater . 1962 . Manual de hidráulica. Ed. Uthea , México.

PRACTICA 2.

ENERGIA ESPECIFICA DEL FLUJO EN UN CANAL

INTRODUCCION.

Se denomina energía específica " E " a un líquido que fluye por un canal, a la energía total por unidad de peso del fluido, medido verticalmente desde el piso del canal hasta la línea de energía total.



Energía específica del flujo en canales

$$E = d \cos \theta + \alpha \frac{v^2}{2g}$$

Si θ es muy pequeño y α se puede tomar como la unidad

$$d \cos^2 \theta = y$$
$$\alpha \frac{v^2}{2g} = \frac{v^2}{2g}$$

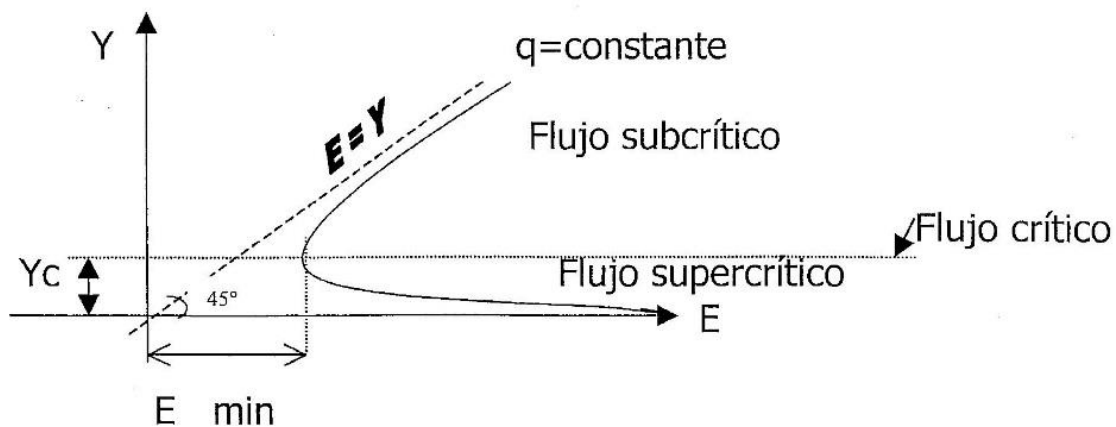
$$E = y + \frac{v^2}{2g} \text{ ----- A}$$

q = gasto unitario

$$q = \frac{Q}{b} = \frac{\text{caudal}}{\text{anchodeplantilla}}$$

$$E = Y + \frac{q^2}{2gy^2} \text{ ----- B}$$

Si la ec. A o la ec. B se gráfica.



Gráfica de E contra Y, a q = constante

El tirante crítico es el tirante de un flujo que fluye sobre un canal con su mínima energía.

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}}$$

Y_c = tirante critico en m.

g = gravedad terrestre en m/s²

q = gasto unitario en m^2/s o m^3/s

$$Y_c = \frac{2}{3} E_{\min}$$

E = energía mínima del flujo en metros.

F = número de froude si :

$F = 1.0$ El flujo es crítico

$F > 1.0$ El flujo es supercrítico

$F < 1.0$ El flujo es subcrítico.

F es adimensional.

$$F = \frac{v}{\sqrt{gy}}$$

V = velocidad media del flujo en m/s

G = aceleración de la gravedad terrestre en m/s^2

Y = tirante del flujo en m .

OBJETIVO.

Obtener un flujo critico.

PROCEDIMIENTO.

1. Obtener la pendiente critica S_c mediante la siguiente ecuación:

$$Sc = \frac{n^2 g A}{T \cdot Rh^{4/3}}$$

n = coef de kutter

g = aceleración de la gravedad terrestre en m/s²

Rh = radió hidráulico en m.

A = área del flujo en m²

T = ancho superficial en m.

Sc = pendiente crítico (adimensional).

2. Poner el canal de pendiente variable a la pendiente crítica.
3. Medir el tirante crítico.

REPORTE.

1. Obtener la energía mínima.
2. Obtener el numero de FROUDE y verificar que sea unitario .
3. Obtener la gráfica de "Y" vs "E".

BIBLIOGRAFIA.

Bakhmeteff, B . A . 1932 . Hydraulics for open channels. Mc Graw – Hill book Company , New York.

Chow, V. T. 1959 Open – Channel hydraulics. Mc Graw-Hill Book Company, New York .

French, H. R. 1988. Hidráulica de canales abiertos. Primera Edición. Ed. Mc Graw Hill, Mexico.

Shames, I. H. 1967. La mecánica de los fluidos. Primera Edición. Ed. Mc Graw Hill, Mexico.

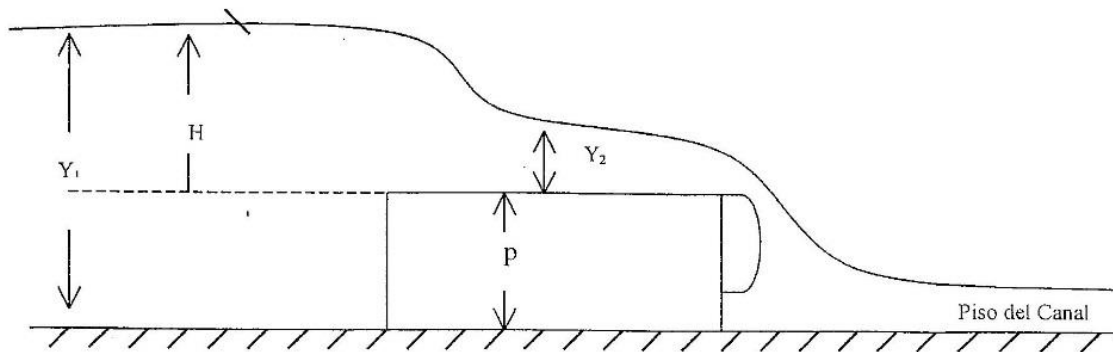
PRACTICA 3

FLUJO SOBRE UN UMBRAL

INTRODUCCION.

El gasto unitario del umbral está definido por la siguiente ecuación:

$$q = c d \sqrt{g} H^{3/2} \quad q = c d g^{1/2} H^{3/2}$$



$$q = Vc Yc$$

$$Yc = \frac{Vc^2}{g} = \frac{2}{3} Ec$$

$$V_c = \sqrt{g\left(\frac{2}{3}Ec\right)}$$

$$q = \sqrt{g\left(\frac{2}{3}Ec\right)\left(\frac{2}{3}Ec\right)}$$

$$q = \frac{2}{3}\sqrt{\frac{2}{3}}\sqrt{g}(Ec)^{3/2}$$

$$H = Ec (Y_1 - p)$$

$$q = C_d \sqrt{g} H^{3/2}$$

OBJETIVO.

El objetivo de esta práctica es el de calibrar la ecuación que nos permita conocer el caudal a través de un umbral o vertedor de pared gruesa.

PROCEDIMIENTO.

1. El canal debe estar en forma horizontal.
2. Regular el gasto a un tirante con un valor superior a 5mm (y_2).
3. Explicar el perfil de la superficie libre observada con la gráfica de E vs Y.
4. El registro de salida queda completamente abierto, medir las profundidades Y_1 , Y_2 , Y_3 y el gasto para obtener posteriormente el gasto unitario q.
5. Rehacer las medidas y cálculos para otros 3 gastos.

RESULTADOS.

1. Establecer la relación existente entre Z e Y, haga una gráfica.

$$Z = \frac{E}{E_{min}} ; \quad Y = \frac{Y}{Y_c}$$

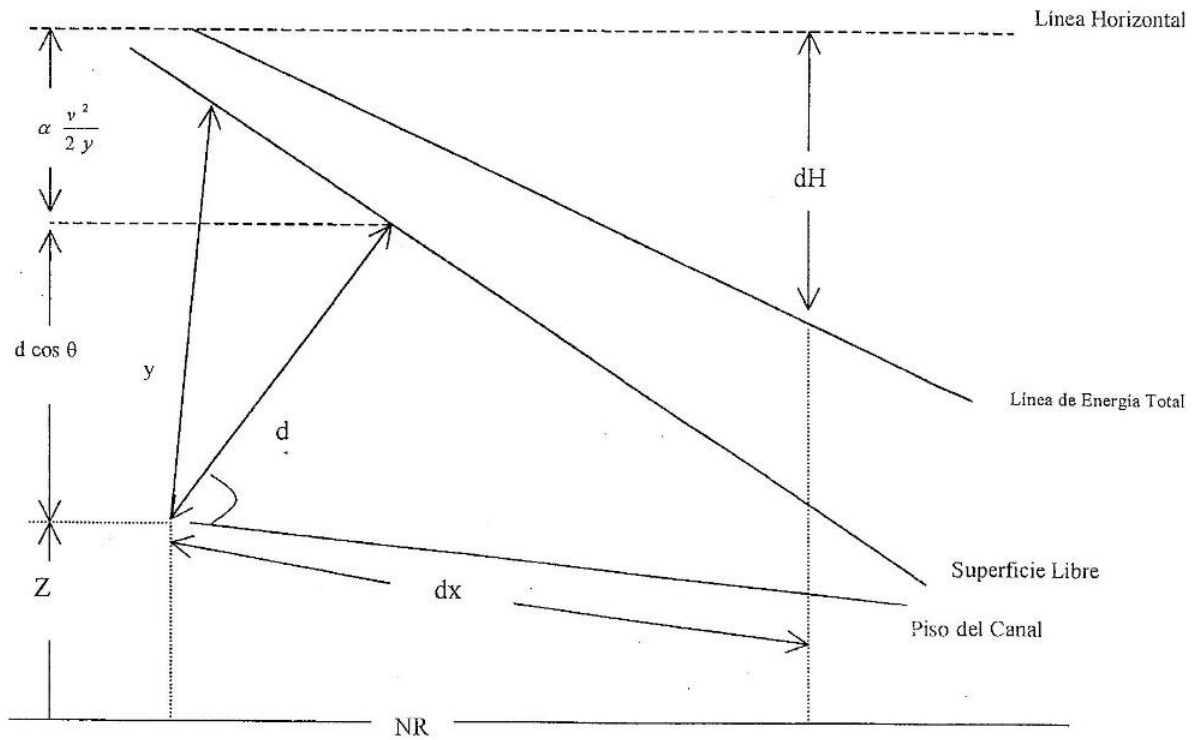
BIBLIOGRAFIA.

- Azevedo, J. M. N. y Acosta A. G. 1976. Manual de hidráulica Sexta edición. Ed . Harla, México.
- Chow, V. T. 1959. Open – channel hydraulics. Mc graw – Hill Book Company, New York.
- King, H. W. y E. F. Brater. 1962. Manual de hidráulica. Ed. Uthea, Mexico.
- Vennard, K. J. y L. R. Street. 1979. Elementos de mecánica de Fluidos. Segunda edición. Ed . Cecsca, México.

PRACTICA 4.

FLUJO GRADUALMENTE VARIADO

INTRODUCCION.



$$H = Z + d \cos \theta + \alpha \frac{v^2}{2g}$$

$$\frac{dH}{dx} = \frac{dz}{dx} + \cos \theta \frac{dd}{dx} + 2 \frac{d}{dx} \left(\frac{v^2}{2g} \right)$$

$$\frac{dd}{dx} = \frac{S_o - S_f}{\cos \theta + \alpha \frac{d}{dd} \left(\frac{v^2}{2g} \right)}$$

Si θ es muy pequeño $Y = d$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_o - S_f}{1 + \alpha \frac{d}{dy} \left(\frac{v^2}{2g} \right)}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{S_o - S_f}{1 - F^2}$$

F = No de froude

S_o = pendiente del canal

S_f = pendiente de la línea de energía total o pendiente Hidráulica.

Si $\frac{dy}{dx} = 0$ El flujo es uniforme o sea que es un flujo con tirante constante a lo largo del canal.

Si $\frac{dy}{dx} > 0$ El flujo es gradualmente frenado cuando el tirante crece a medida que el flujo avanza y la velocidad disminuye a la vez. (remanso).

Si $\frac{dy}{dx} < 0$ El flujo es gradualmente acelerado, donde el tirante del flujo disminuye a medida que el flujo avanza y a la vez la velocidad aumenta. (caída).

Si $\frac{dy}{dx} =$ constante negativa, la superficie libre del flujo es horizontal y la pendiente del canal es negativa o sea que el piso del canal baja a medida que el flujo avanza.

Si $\frac{dy}{dx} =$ constante positiva, la superficie libre del flujo es horizontal y la pendiente del canal es positiva o sea que el piso del canal sube a medida que el flujo avanza.

OBJETIVO.

El objetivo de ésta práctica es que los alumnos identifiquen los diferentes tipos de flujo gradualmente variado $M_1, M_2, M_3, H_2, H_3, C_1, C_3, S_1, S_2, S_3, A_2$ y A_3 .

Y el que midan los tirantes para compararlos con los teóricos.

PROCEDIMIENTO.

En el canal debe ponerse una compuerta semiabierta, con diferentes aperturas y cambiar las pendientes de negativas a positivas de tal manera que ocurran todos los diferentes tipos de flujo gradualmente variado, antes y después de la compuerta, con diferentes caudales.

RESULTADOS.

Gráficar los diferentes tipos de flujo teóricos gradualmente variados, con el práctico y observar el grado de congruencia que tiene.

BIBLIOGRAFIA.

Chow, V. T. 1959. Open – Channel Hydraulics. Mc Graw – Hill Book Company, New York.

French, H. R. 1988. Hidráulica de canales abiertos. Primera edición. Ed. Mc Graw – hill , México.

King, H. W. y E. F. Brater. 1962. Manual de hidráulica. Ed. Uthea, México.

King, H. W. , C. O. Wisler and J. G. Woodburn. 1948. Hydraulics, 5th . edición. Topan printing Company, LTD, Japan.

Rouse, H. 1950. Engineering Hydraulics. Jhon Wiley & Sons, Inc., New York.

Scheid, F . 1972. Análisis numérico. Primera edición. Ed. Mc Graw Hill, México.

Sotelo, A. G. 1986. Hidráulica II . Apuntes. División de Ingeniería Civil, Topografía y Geodésica. Departamento de Hidráulica. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

PRACTICA 5.

RESALTO HIDRAULICO

INTRODUCCION.

Al resalto hidráulico se le conoce como salto de "Bidone". apellido del primer investigador de este fenómeno, de origen italiano que hizo sus experimentos en París en 1818.

El resalto hidráulico es una sobre elevación de la superficie libre del flujo de un canal, debido a el cambio de un flujo supercrítico a subcrítico pasando por el critico.

OBJETIVO.

Determinar los tirantes alternos (y_1 , y_2) del salto hidráulico y la fuerza específica.

PROCEDIMIENTO.

1. Poner el canal en forma horizontal.
2. Ajustar la compuerta del canal de pendiente variable a un gasto cualquiera (el cual hay que medir). Para obtener el tirante critico, de tal manera que la apertura de la compuerta sea menor que el tirante critico para que pueda desarrollarse el resalto hidráulico en el flujo.

3. Medir el tirante y_1 para poder determinar su tirante alterno y_2 con la siguiente ecuación.

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2}(\sqrt{1 + 8F^2} - 1)$$

F_1 es el número de froude en el tirante y_1

$$F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{gy_1}}$$

V_1 = velocidad media del tirante Y_1 en m/s

g = aceleración de la gravedad terrestre (9.81 m/s²)

Y_1 = tirante supercritico del tirante Y_1

4. Determinar la fuerza especifica del resalto hidráulico.

$$F_1 = \frac{Q}{gA_1} - Y_1 A_1$$

$$F_2 = \frac{Q}{gA_2} - Y_2 A_2$$

Q = al caudal en m³/s

A_1 = al área de la sección transversal del tirante Y_1 en m²

A_2 = al área de la sección transversal del tirante Y_2 en m²

Y_1 es el centroide del A_1

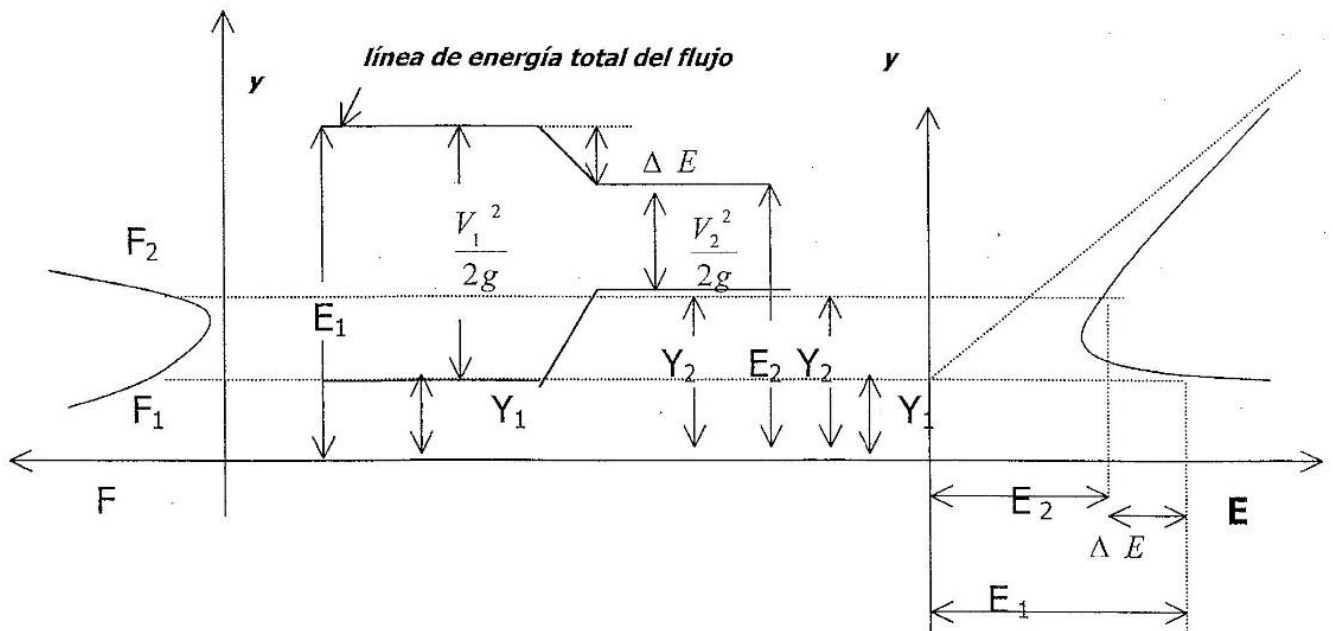
Y_2 es el centroide del A_2

RESULTADOS.

1. Se tiene que verificar el Y_2 calculado con la ecuación y con el Y_2 que se obtiene en la práctica.
2. Se tiene que verificar que la fuerza especifica 1 sea igual a la fuerza especifica 2 del resalto hidráulico F .

$$F_1 = F_2$$

Por que la igualdad de esas fuerzas es un requisito para que se forme el resalto hidráulico.



$$F_1 = F_2$$

F = Fuerza Especifica

E = Energía Especifica

3. Determine el tipo de salto hidráulico con el número de FROUDE como salto débil, fuerte ondular etc.

BIBLIOGRAFIA.

Chow, V. T. 1959. Open – Channel hydraulics. Mc Graw – Hill Book Company, New York.

French , H. R. 1988. Hidráulica de canales abiertos. Primera edición. Ed. Mc Graw Hill, México.

Sotelo, A. G. 1974. Hidráulica II . Apuntes. División de Ingeniería Civil, Topografía y Geodésica. Departamento de Hidráulica. Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Terrel, W. P. and M. W. Borland. 1958. Design of stable canals and channels in erodible material. Transaction American Society of civil engineers. Vol. 123, pp . 101- 115, U. S. A.

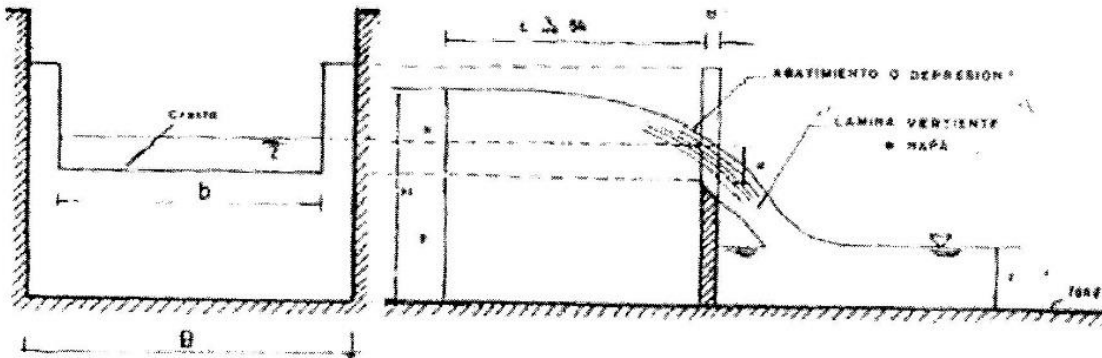
PRACTICA 6

VERTEDOR CREAGER

INTRODUCCION

El perfil del vertedor CREAGER se usa para evacuar caudales de creciente, pues la forma especial de su cresta permite la máxima descarga al compararlo con otra forma de vertedores para igual altura de carga de agua.

Su función es la de presentar un obstáculo al libre flujo de agua, con el consiguiente representamiento aguas arriba de la estructura, y el aumento de la velocidad aguas abajo.



OBJETIVO

Que el alumno aprenda a determinar el caudal o gasto que pasa por el vertedor CREAGER.

MATERIALES

- Cinta métrica
- Vertedor CREAGER

PROCEDIMIENTO

- Colocar el vertedor CREAGER sellarlo con plastilina para que no se infiltre el agua por los costados.
- Medir la altura del vertedor.
- Medir el tirante desde el fondo del canal.
- Desarrollar la formula.

$$Q = m * A \sqrt{2gH}$$

DONDE:

Q= Gasto o caudal

m = Pendiente

A = Área

H = Tirante

g = Gravedad

BIBLOGRAFIA

Acevedo N, J.M. Y G. Acosta A. Manual de Hidráulica, Sexta Edición, Ed. Harla, México, 1976.

Garza V. S.Z. hidráulica agrícola. Teoría y aplicación de la hidráulica en la Irrigación, Tesis de maestría, UAAAN Saltillo, Coah. México 1984.

King H.W., C.O. Wisler y J.G Woodburn Hidráulica Ed. Trillas México 1980.

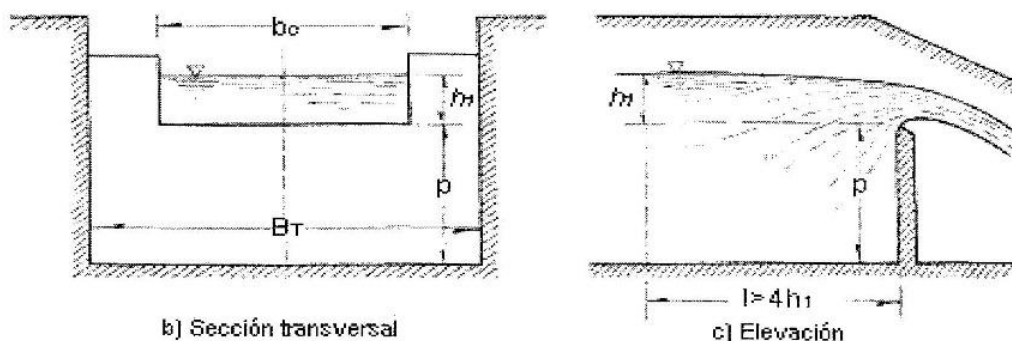
PRACTICA 7

VERTEDOR RECTANGULAR DE PARED DELGADA

INTRODUCCIÓN

El vertedor rectangular fue uno de los primeros utilizados en aforo de las corrientes, su principio hidráulico sirvió para el diseño de otros tipos. Los vertedores de pared delgada se usan básicamente para determinar el caudal en cualquier momento en una corriente pequeña.

Los vertederos que ahora interesan son los de pared delgada y dentro de estos los más utilizados son: rectangular, triangular y trapezoidal, en este caso se tratará el rectangular.



OBJETIVO

Que el alumno determine el gasto o caudal que pasa por el vertedor rectangular de pared delgada.

MATERIALES

- Canal dependiente variable equipado
- Dos bombas
- Compuerta rectangular
- Cinta métrica
- Vertedor

PROCEDIMIENTO

- Apertura de la compuerta.
- Medir tirante desde el fondo del canal.
- Medir altura del vertedor.
- Medir cresta del vertedor.
- Desarrollar formulas.

$$Q = C * L * h^{3/2}$$

DONDE:

Q = Gasto o caudal

L = longitud efectiva de la cresta

h = Carga por velocidad

C= Coeficiente de fricción

BIBLIOGRAFIA

King H.W., C.O. Wisler y J.G Woodburn Hidráulica Ed. Trillas México 1980.

Acevedo N, J.M. Y G. Acosta A. Manual de Hidráulica, Sexta Edición, Ed. Harla, México, 1976.

Garza V. S.Z. hidráulica agrícola. Teoría y aplicación de la hidráulica en la Irrigación, Tesis de maestría, UAAAN Saltillo, Coah. México 1984.

PRACTICA 8

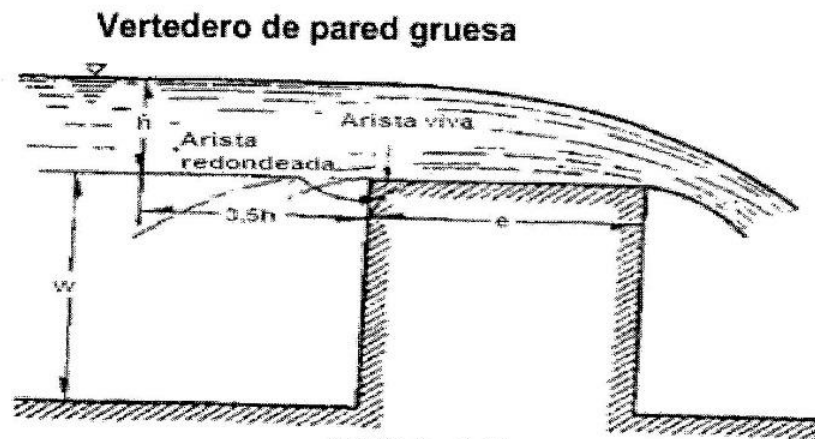
VERTEDOR RECTANGULAR DE PARED GRUESA

INTRODUCCIÓN

El vertedero rectangular es un buen elemento de investigación para medición del flujo de agua libre de sedimentos. Es fácil de construir, pero su rango de descarga es más restringido que el de otros tipos.

Este tipo de vertederos es utilizado principalmente para el control de niveles en los ríos o canales, pero pueden ser también calibrados y usados como estructuras de medición de caudal.

Son estructuras fuertes que no son dañadas fácilmente y pueden manejar grandes caudales.



OBJETIVO

Que el alumno aprenda a calcular el gasto o caudal que pasa por el vertedero rectangular de pared gruesa.

MATERIALES

- Cinta métrica.
- Vertedores.
- Canal equipado con dos bombas.

PROCEDIMIENTO

- Medir la altura del vertedor
- Medir la cresta del vertedor
- Medir el tirante desde el fondo del canal
- Desarrollar formulas

$$Q = m * A \sqrt{2gH}$$

DONDE:

Q= Gasto o caudal

m = Pendiente

A = Área

H = Tirante

g = Gravedad

BIBLIOGRAFIA

Garza V. S.Z. hidráulica agrícola. Teoría y aplicación de la hidráulica en la Irrigación, Tesis de maestría, UAAAN Saltillo, Coah. México 1984.

King H.W., C.O. Wisler y J.G Woodburn Hidráulica Ed. Trillas México 1980.

Acevedo N, J.M. Y G. Acosta A. Manual de Hidráulica, Sexta Edición, Ed. Harla, México, 1976.